

PRODUCCIÓN Y CONSUMO MUNDIAL DE ACERO. CIFRAS PARA CONSTRUIR ESTRATEGIAS DE DESARROLLO E INNOVACIÓN EN EL CAMPO DE LA CONSTRUCCIÓN

Alejandra Y. González V.

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: alejandra_gonzalezve@yahoo.com

RESUMEN

El hierro es un material muy abundante en la corteza terrestre, a partir de él se fabrica el acero, desde tiempos remotos. La producción del acero ha ido evolucionando a lo largo de la historia de la Humanidad y con ello el acero ha expandido sus aplicaciones, las cuales, en un alto porcentaje hoy día, están destinadas a la industria de la construcción. La industria de la construcción, compleja y heterogénea, tiene gran capacidad de dinamizar el desarrollo económico de los países, más aún cuando se impregna del carácter del acero en lo relativo a industrialización y prefabricación. Las cifras de producción y consumo de acero mundial son indicadores de desarrollo económico reconocidas y pueden orientar afinadamente, la construcción de estrategias para estimular el desarrollo tecnológico y la innovación en el campo de la construcción, en países, que como Venezuela, necesitan estimular su desarrollo tecnológico. La incorporación de inteligencia en los productos semiterminados y en los componentes de acero, es uno de los caminos más impactantes para lograrlo. En esta ponencia se exponen cifras de producción y consumo de acero de varios países ejemplares, durante un lapso, se analizan y se comparan, indagando sobre los aspectos socio-históricos que se presume han determinado su comportamiento. El resultado será el esbozo de posibles estrategias emergentes para el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica en la construcción en acero aplicables en Venezuela.

Palabras claves: Acero, Producción, Consumo, Innovación, Construcción.

INTRODUCCION

El acero, esa aleación entre hierro y carbono, se ha producido desde su invención de diversas formas, desde las más primitivas atribuidas a los sumerios y egipcios por el año 3.000 adC, hasta las más avanzadas en los tiempos actuales, producto de la incorporación permanente de innovaciones en los distintos aspectos de su desarrollo.

... los avances más importantes en el desarrollo de los metales han ocurrido en la fabricación y uso del hierro y del acero...el uso del hierro ha tenido una gran influencia en el avance de la civilización desde los tiempos más remotos y probablemente lo seguirá teniendo ... Desde el principio de la edad de hierro, alrededor del año 1.000 A.C., el progreso de la civilización en la paz y en la guerra ha dependido mucho de lo que el hombre ha sido capaz de hacer con el hierro...Aunque se ha fabricado acero desde hace 2000 o 3000 años, no existió un método de producción económico sino hasta la mitad del siglo XIX. (MacCormac, 2009).

En esencia, cuando hablamos de acero nos referimos a un compuesto artificial creado por el hombre, técnica pura, a partir de la aleación de hierro y carbono reducido, es decir hierro al cual le han sido disminuidas las cantidades de azufre (hasta un máximo de 2%) e incorporado otros materiales metálicos (ferroaleaciones). En palabras de Jurado (1998):

Abarca contenidos de carbono entre el 0,03 y el 2%, ... La industria prediseña sus características y lo conforma en infinitas variantes: el material se adapta a su uso. Las características mecánicas no son un dato fijo, sino que dependen de la aleación específica con otros elementos, además del carbono (manganeso, silicio, fósforo, cromo, vanadio molibdeno, etc). Es así como sus propiedades mecánicas (tenacidad, maleabilidad, ductilidad, soldabilidad, fragilidad y por supuesto resistencia pueden variar de modo intencionado y determinante. (Jurado, 1998. pag 18).

1. HITOS EN LA EVOLUCIÓN DE SU PRODUCCIÓN E IMPACTOS

Las formas más antiguas de producción del hierro, precursor del acero, se remontan a la civilización del Egipto antiguo. Se basaba fundamentalmente en la utilización de fuelles para mantener avivado el fuego producto de la combustión de la leña, lográndose altas temperaturas para fundir el óxido de hierro colocado en grandes calderas, retirando de forma manual al final las impurezas que flotaban en la superficie de la mezcla. Los hierros producidos en esta época, eran de dosificación muy aleatoria debido a lo primitivo de los métodos y técnicas empleadas. Sin embargo fueron estos hierros, fundidos, luego colados, moldeados y más tarde forjados, los que son los precursores de los diversos y exactos aceros de la contemporaneidad.

El hierro y el acero no siempre han sido los mismos, su materialidad y propiedades físico mecánicas han ido cambiando y evolucionando conjuntamente con la evolución de otras tecnologías, la aparición de nuevos materiales que ha permitido formar nuevas aleaciones, la evolución de las técnicas para producirlo y los requerimientos y demandas de un mundo cada día más exigente han propiciado en el acero evolución y nuevas características, que han sido aplicadas en la Arquitectura.

Por primera vez en la historia de la Arquitectura apareció un material de construcción artificial: el hierro, que sufrió un desarrollo cuyo ritmo se aceleró en el transcurso del siglo. Este desarrollo recibió su impulso decisivo cuando se comprobó que la locomotora- con la que se habían estado haciendo experimentos desde principios de la década de 1820- solo podía funcionar sobre raíles de hierro. El raíl se convirtió en el primer componente de la construcción en hierro, el precursor de la viga... (Walter Benjamin en Frampton, 2002).

Resaltaremos tres hechos que podemos considerar hitos en la producción de acero en el mundo, verdaderas innovaciones radicales, en los eslabones de la cadena de producción del acero. El primero de ellos la invención del horno tipo convertidor patentado en 1855, producto del trabajo de Sir Henry Bessemer en Inglaterra, quien nunca pudo patentarlo en Estados Unidos. El llamado convertidor de Bessemer en honor a su creador, consiste en un

horno que permite insuflar aire desde el fondo del mismo, que burbujea a través del hierro fundido. Este proceso hace que el carbono de la mezcla genere más calor, contribuyendo a la refinación del metal. “Gracias al proceso Bessemer, en 1870 ya se podía producir en grandes cantidades, acero estructural al carbono y por 1890 el acero era el principal metal estructural en los Estados Unidos” (McCormac, 2009).

Más adelante, a partir de una innovación incremental que introdujo un perfeccionamiento en su invento anterior, creó el convertidor inclinado, que permitió una producción más eficaz que el convertidor vertical. La producción de acero que en los tiempos del horno de crisol, tenía un costo de 40 libras por tonelada, con el convertidor inclinado llegó a descender a un costo de 20 libras la tonelada. El convertidor inclinado fue patentado en 1860, cinco años después del convertidor vertical y su aporte fundamental fue la simplificación de las tareas de carga y vertido con las resultantes disminuciones de costos de producción.

El segundo hito fundamental en las formas de producir acero, es el procedimiento Siemens-Martin, fundamentalmente atribuido al ingeniero alemán Frederick Siemens (1826-1904). Básicamente se trata de hornos de reverbero, que poseen un sistema recuperador de calor que permite pre-calentar los gases empleados en la combustión. Su otro gran aporte es la incorporación de la chatarra¹ a la producción de acero nuevo, introduciéndose de esta forma una posibilidad real y concreta de ahorro del uso de los recursos de la naturaleza, así como una visión cada vez más sostenible y económica de la producción de este importante material.

Finalmente un elemento mucho más reciente, el diseño de las Mini Mills o mini fábricas de acero. Esta modalidad de producción del acero es una consecuencia de la producción por colada continua, ella permite la colada del acero líquido para producir palanquillas de manera directa, ahorrando gran cantidad de pasos y esfuerzos. Estas pequeñas siderúrgicas, son lo opuesto a las industrias integradas de gran tamaño. Las mismas pueden ser colocadas en lugares estratégicos cercanos a los centros de consumo de acero y de recolección de chatarra, pueden ser varias pequeñas en vez de una gran siderúrgica y no necesitan operar de forma permanente, pudiendo detener sus procesos de producción cuando lo deseen. Los montos de inversión son sustancialmente bajos y trabajan hasta en un 90% a base de chatarra.

En los aceros destinados a la construcción, el contenido de carbono debe estar en el orden de 0,10 y 0,27 %, se denominan en general aceros al carbono de baja aleación, los mismos se comercializan sobre la base de su resistencia mecánica y los componentes principales para la construcción se fabrican por laminación en caliente (Andrade, 2006). Sin embargo cada vez más se incorporan nuevas formas de producción de componentes en acero, destacándose la deformación o conformación en frío o cold formed, cada día más extendida en el mundo de la construcción. Esta forma de producción de componentes en acero, se asocia a la sostenibilidad y al ahorro de recursos de la naturaleza, así como a la producción de edificaciones más livianas y perdurables en el caso de los formados en frío galvanizados.

¹ Del vocablo vasco Xtatarra, que significa lo viejo, aplicado en este caso a la incorporación de aceros que han cumplido su ciclo de vida y por tanto son procesados a para ser reciclados en nuevos procesos de producción de acero.

La producción del acero puede en general ser sintetizada en tres grandes etapas: extracción y preparación de materias primas, reducción con coque y piedra caliza y aceración para reducir la presencia de carbono e incorporar ferro-aleaciones.

Lo que indican las cifras de producción y consumo

El producto interno bruto PIB y el ingreso per-cápita de un país IPC, son cifras indicadoras del nivel de desarrollo económico que tiene una Nación. En [macroeconomía](#), el producto interno bruto (PIB), es una medida que expresa el [valor monetario](#) de la producción de bienes y servicios de un país durante un período determinado de tiempo. El PIB es usado como una medida del bienestar material de una sociedad.

La renta per cápita, PIB/PBI per cápita o ingreso per cápita, es la relación que hay entre el [PIB](#) y la cantidad de habitantes de un país. Para conseguirlo, hay que dividir el PIB de un país entre su población.

La producción de acero es otro de los importantes indicadores que suele utilizarse para establecer comparaciones y clasificaciones del desempeño económico de los diversos países. Así lo es también el consumo per-cápita de acero. Estos dos indicadores miden la producción total de acero bruto o de bienes derivados del uso del acero como material, y la magnitud en que ese acero y esos bienes son consumidos por cada habitante de un país. Se entienden también como una medida del desarrollo y por ende del bienestar de una sociedad.

Revisión de las cifras en algunos países ejemplares.

Las cifras de producción y consumo de acero entre países europeos y latinoamericanos, poseen dramáticas diferencias, y estas diferencias crecen aún más, cuando hacemos comparaciones con el mayor consumidor de acero del mundo, la China.

Tabla N° 1 Los diez primeros países productores de acero del mundo 2007-2008

Fuente internet www.Wordsteel.org 2009

Country	Rank	2008	2007	% 08/07
China	1	502.0	489.2	2.6
Japan	2	118.7	120.2	-1.2
United States	3	91.5	98.2	-6.8
Russia	4	68.5	72.4	-5.4
India	5	55.1	53.1	3.7
South Korea	6	53.5	51.5	3.8
Germany	7	45.8	48.6	-5.6
Ukraine	8	37.1	42.8	-13.4
Brazil	9	33.7	33.8	-0.2
Italy	10	30.5	31.5	-3.4

Tabla N° 2 Los 33 primeros países productores de acero del mundo (MTM)

Fuente www.worldsteel.org, en junio del 2009.

Rango	País	2007	2008	2009
Mundo		1,351.3		549.3
1	China	494.9	500.5	266.6
2	Japón	120,2	118,7	36,7
3	Estados Unidos	98,1	91,4	24,5
4	Rusia	72,4	68,5	26,8
5	India	53,1	55,2	27,6
6	Corea del Sur	51,5	53,6	22,8
7	Alemania	48,6	45,8	13,8
8	Ucrania	42,8	37,1	13,6
9	Brasil	33,8	33,7	10,6
10	Italia	31,6	30,6	9,8
11	Turquía	25,8	26,8	11,8
12	Taiwan	20,9	19,9	6,6
13	Francia	19,3	17,9	5,9
14	España	19,0	18,6	6,8
15	México	17,6	17,2	6,5
16	Canadá	15,6	14,8	4,5
17	Reino Unido	14,3	13,5	4,3
18	Bélgica	10,7	10,7	2,4
19	Polonia	10,6	9,7	3
20	Irán	10,1	10,0	5,6
21	Sudáfrica	9,1	8,3	3,4
22	Australia	7,9	7,6	1,9
23	Austria	7,6	7,6	2,4
24	Países Bajos	7,4	6,8	1,9
25	República Checa	7,1	6,4	2
26	Rumania	6,3	5,0	1,1
27	Egipto	6,2	6,2	2,7
28	Malasia	6,1 -		
29	Suecia	5,7	5,2	1,3
30	Tailandia	5,5 -		
31	Argentina	5,4	5,5	1,6
32	Eslovaquia	5,1	4,5	1,7
33	Venezuela	5,0	4,2	2,2

Se observa una tendencia desde 2007, a una caída de la producción de acero mundial, una marcada diferencia en la cifras de producción entre la China y el resto de los países y un fenómeno de crecimiento de la producción en tres países, China, India y Corea del Sur. Los argumentos para tal caída se atribuyen a la sobre oferta existente de acero, que ha exigido a los países la disminución de su producción para poder controlar los precios y a partir de 2010,

en el caso de la China a la necesidad de disminuir su huella de carbono o emisiones de Co2 producto de la actividad industrial.

Solo cuatro países de Latinoamérica, Brasil, Méjico, Argentina y Venezuela figuran, en las posiciones 9, 15, 31 y 33 respectivamente. China es el fenómeno actual en materia de producción y consumo mundial de acero, siendo el mayor consumidor del planeta con un casi 47% del total del consumo de acero mundial. Las condiciones que han propiciado un escenario idóneo para esta expansión han sido, la apertura a políticas de mercado más competitivas en la nueva fase socio-política de China, la alta tasa de crecimiento de la población y la amplia activación de la industria de la construcción para poder ofrecer la infraestructura de vivienda, vialidad y edificaciones requeridas por una sociedad en crecimiento.

Las cifras de consumo de acero, podrían verse como la otra cara de la moneda de la producción. Estas cifras son elocuentes en cuanto a las diferencias entre los países. Mientras algunos como Japón, poseen un consumo per-cápita cercano a los 1.000 Kg anuales, China 502 Kg, Alemania y Canadá más de 500 kg, Estados Unidos y Australia alrededor de 400 Kg, Nueva Zelanda 300 kg, países latinoamericanos poseen bajos indicadores de consumo de acero per-cápita en relación a los estándares internacionales. Chile el país de mayor consumo en Latinoamérica con 176 Kg anuales, Méjico 172 Kg, Argentina 136, 9 Kg, Venezuela 135,8 Kg y Colombia uno de los países de Latinoamérica con más bajo consumo de acero per-cápita con 56 kg, para un promedio en Latinoamérica de 126 Kg.

Un aspecto importante que registran los informes de ILAFA, se refiere a que en Latinoamérica el 45% del consumo de acero se orienta a la industria de la construcción. Este interesante dato arroja luces sobre la importante relación entre: activación de la industria de la construcción, reactivación económica, consumo de acero per cápita y desarrollo tecnológico. Si bien los datos de consumo presentados aquí no están discriminados por tipos de productos, nos dan idea de cómo dichas cifras reflejan el tipo de desarrollo económico de cada país y sus posibilidades en este campo.

Las fluctuaciones de la producción del acero a nivel mundial, han obedecido a múltiples de factores de gran complejidad: las guerras, los desastres físico naturales, los conflictos políticos internos, son factores que han determinado la caída o auge de la producción de acero en el mundo. El 2008 fue testigo de una gran caída de la producción de acero mundial, que apenas en 2010 ha iniciado una discreta recuperación. Atribuida está a: una notable sobreoferta de acero a nivel mundial y a la necesidad de disminuir los niveles de producción de dióxido de carbono para disminuir la huella de carbono y propiciar el desarrollo sostenible, por parte de los grandes productores.

Podemos conocer la manera en que se ordenan los países según su posición como productor o consumidor de acero del mundo, de Europa, o de Latinoamérica, y eso nos da una idea de donde estamos y cómo nos diferenciamos en materia económica e industrial. Así lo propio con las cifras indicadoras de cuanto consumo de acero per-cápita posee cada país.

El acero en la construcción

Como hemos expresado según los informes de ILAFA e IVES alrededor del 45% del acero que se produce, tiene como destino la industria de la construcción en los países Latinoamericanos. En Europa, Norteamérica y algunos países de Asia, como China e India, estos porcentajes son aún mayores y están alrededor del 70%.

Se entiende que los usos del acero en la edificación no se reducen a las aplicaciones estructurales, sin duda las de mayor magnitud. Las mismas se extienden a cubiertas, fachadas, las tuberías, armaduras y refuerzos, los marcos de puertas y ventanas, los elementos accesorios como barandas, rejas, escaleras. Viéndolo en sentido más amplio aún, el acero está presente en las maquinarias, equipos y herramientas propios de la construcción, además de, en las plantas industriales en las cuales se producen los componentes constructivos en el macro-sector de la construcción.

En Venezuela el uso del acero no ha sido parte de la tradición constructiva, sin embargo además de los ejemplos emblemáticos de su uso en edificación de finales del siglo XIX y principios del XX, ha venido expandiendo sus aplicaciones de forma parcial y fusionado en estructuras mixtas acero concreto o a partir de ciertos componentes innovadores como los sofitos metálicos colaborantes o los perfiles formados en frío para tabiquerías de interior.

2. DISCUSION

Lo que puede aportar el acero a la innovación en la construcción.

Sin embargo las posibilidades de aplicación del acero en la construcción son ilimitadas y fundamentales, si desea lograrse un estímulo en los indicadores de producción y consumo nacional de acero y semiterminados (palanquillas y planchones).

Visto muy desde la arquitectura y el desarrollo tecnológico de componentes constructivos y sistemas, es necesario ampliar los horizontes mediante la creación y producción de componentes inteligentes, que faciliten que el acero llegue hasta el último consumidor, por ejemplo las comunidades que autogestionan o autoconstruyen sus viviendas. Estos componentes tienen que aprovechar y sacar ventajas de las propiedades físico-mecánicas del acero, su ductilidad, su tenacidad y su maleabilidad, para producir componentes versátiles, que tengan gran rigidez utilizando poco material (rigidez por forma), livianos, acoplables mediante juntas secas, apilables y de gran rendimiento de transporte, audaces en cuanto a las formas geométricas que pueden ofrecer, y capaces de cubrir grandes luces con espesores muy pequeños rigidizados por atiesamiento de elementos.

Allí existe un campo infinito de posibilidades para arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales, fabricantes y emprendedores, trabajando de forma multidisciplinaria.

CONCLUSIONES

Estrategias emergentes para orientar el desarrollo y la innovación en Venezuela.

El desarrollo de tecnologías, sistemas y componentes en acero para la construcción en nuestro país, es un campo casi virgen en el cual queda mucho por aportar. Las estrategias que parecen

emerger cuando se hurga en las cifras mundiales de producción y consumo de acero y se indaga en torno a los componentes y tecnologías existentes en nuestro mercado, se orientan a incentivar el desarrollo de nuevos componentes con mayor audacia y creatividad.

La producción de perfiles abiertos y tubulares, ha estado en Venezuela limitada a una decena de industrias que en los últimos 20 años, se han mantenido dentro de una visión bastante conservadora del desarrollo tecnológico, basada fundamentalmente en la transferencia de tecnologías foráneas o la copia adaptativa de otras.

La producción de productos planos ha sido poco desarrollada y menos aún la de componentes, tipo paneles estructurales u perfiles formados en frío. La producción de formados en frío ofrece ventajas para estimular el consumo de acero, debido a que pueden ser llevados hasta los niveles más bajos de la cadena de producción del hierro y el acero, penetrando incluso en las comunidades más pobres, mediante los talleres de producción local dentro del concepto de producción local y flexible, debido a la facilidad de su producción por preformado manual con bajo consumo energético. Este es uno de los senderos que se vislumbra como estratégico para incentivar las cifras de producción y consumo.

También en este sentido estaría el mercado de componentes de cubiertas, fachadas, protecciones solares absolutamente desatendido por la producción nacional, debido al gran arraigo a las formas tradicionales de construcción de fachadas en materiales tradicionales.

El campo de aplicaciones de componentes formados en frío a la vivienda, tan estimulado en la actualidad debido a la compulsiva construcción de viviendas del Estado venezolano, es de considerar para la dinamización y crecimiento de las cifras del acero de nuestro país. Las cifras de consumo deben ser estimuladas a partir de la propuesta, fabricación, distribución y comercialización de componentes accesibles tanto a los grandes, como a los pequeños consumidores.

Quedaría finalmente otro aspecto digno de ser revisado, la posibilidad de suplir necesidades puntuales de otros países de Latinoamérica en ese intercambio comercial propio de las naciones, en aquellos nichos económicos en los cuales podamos ser competitivos.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

Andrade, L. (2006). *Estructuras de Acero. Conceptos, técnicas y lenguaje*. Sao Paulo: Zigurate Editora.

Araujo, R. (1998). *Construir en acero: forma y estructura en el espacio continuo*. En Tectónica 9. Acero I. Madrid: ATC Ediciones.

Asociación Latinoamericana del Acero ALACERO. (2011). *América Latina en cifras*. Santiago de Chile: Autor.

Cilento, A. (1999). *Edificios (muy) altos: los rascacielos*. Revista Tecnología y Construcción N° 15 II. Caracas: IDEC/FAU/UCV.

Cilento, A. (2000). *Puentes y puentes colgantes*. Revista Tecnología y Construcción N° 16 II. Caracas: IDEC/FAU/UCV.

De Gregorio, G., De León, I., Espinoza, A., Gámez, M., García, J., Gutiérrez, A., Salazar, Y., Valecillos, B. (2007). *Lo mejor de Acero al día. Recopilación de las 100 primeras publicaciones*. Caracas: Fondo Editorial SIDETUR.

Derry, T. y Williams, T. (1984). *Historia de la Tecnología. Desde 1750 hasta 1900*. Volúmen 2. Méjico: Siglo Veintiuno Editores.

Frampton, K. (2002). *Historia Crítica de la Arquitectura Moderna*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A.

Gutiérrez, A. (1997). *Manual de Estructuras de Acero*. Tomo I. Caracas: PROPERCA C.A.

Instituto Venezolano de Siderurgia IVES. (2005). *Informe Anual*. Caracas: Autor.

Jurado, J. (1998). *Hierro Sublimado*. En Tectónica 9. Acero I. Madrid: ATC Ediciones.

Machado, C. (1989). *La Herencia Tecnológica*. Caracas: Fundación Instituto de Ingeniería.

Marcano, L. (2009). *Abrir caminos de soberanía. Ciencia y Tecnología en revolución*. Caracas: Ediciones Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias.

McCormac, J. (2002). *Diseño de Estructuras de Acero*. México: Alfaomega Grupo Editor.

McCormac, J. (2009). *Diseño de Estructuras Metálicas*. México: Alfaomega Grupo Editor.

Sábato, J. y Mackenzie, M. (1982). *La producción de tecnología. Autónoma o Transnacional*. Méjico: Editorial Nueva Imagen.

Safina, S y González, F. (2011). *Diseño de estructuras de acero con perfiles tubulares. Industrias*. Caracas: UNICON C.A.